

# Orpheus: 歌詞の韻律を利用した Web ベース自動作曲システム

米林 裕一郎<sup>†</sup> 中 妻 啓<sup>†</sup>  
西 本 卓 也<sup>†</sup> 嵯峨山 茂樹<sup>†</sup>

## Orpheus: a Web-based System for Automatic Song Composition Using the Lyric Prosody

YUICHIRO YONEBAYASHI,<sup>†</sup> KEI NAKATSUMA,<sup>†</sup>  
TAKUYA NISHIMOTO<sup>†</sup> and SHIGEKI SAGAYAMA<sup>†</sup>

### 1. はじめに

歌唱曲の自動作曲システム Orpheus を開発した。ユーザは Web ブラウザ上で日本語の歌詞テキストを入力し、作曲のパラメータを選択すると、歌詞の韻律に基づいて自動作曲が行われ、伴奏付きの合成歌唱音声と楽譜が出力される。

専門家以外のユーザにとって作曲は必ずしも容易でなく、また既成の楽曲の利用が著作権上の制約を受けることも多い。Orpheus により任意の歌詞に対して著作権フリーの音楽コンテンツを作成し利用することが可能になる。また、作曲プロセスを身近に楽しめ、楽曲を鑑賞する以外の豊かな音楽体験を味わえるなどのメリットも考えられる。

### 2. 歌唱曲の自動作曲の原理

#### 2.1 歌唱曲の作曲モデル

古典的な作曲法は、和声・リズム・旋律を主要な要素としている。人間の作曲ではこれらの設計は同時進行と考えられるが、我々は以下のような順序に単純化することで歌唱曲を自動作曲する手法を提案した<sup>1)</sup>。その手順の概要は、以下の通りである。

- (1) 漢字仮名交じり歌詞テキスト入力から、読みと韻律を推定する。
- (2) 和声構造を設計する。
- (3) リズムを決定する。
- (4) 和声構造、リズム構造、歌詞の韻律、音域などの拘束中で歌唱旋律を決定する。
- (5) 和声構造と伴奏音型から伴奏 (MIDI データ) を生成する。

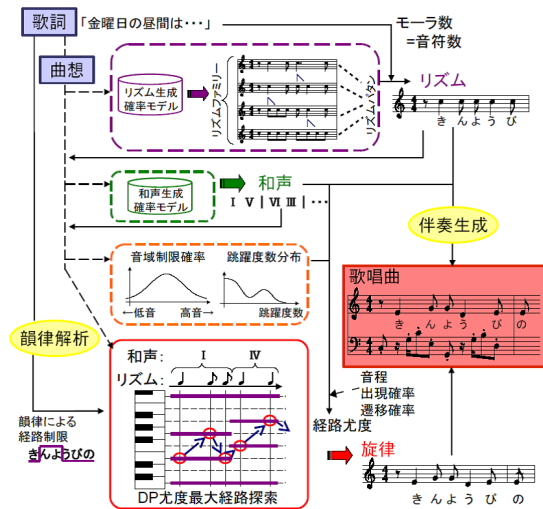


図 1 歌唱曲の作曲モデル

Fig. 1 Song Composition Model

(6) 歌唱旋律から歌唱音声合成により歌唱信号を生成し、伴奏信号を重畳する。

今後、歌詞入力から曲想を自動決定すれば、それに基づいて和声構造、リズム構造、伴奏音型を自動選択することで、曲想に合わせた自動作曲が可能になる。

#### 2.2 和声設計

楽曲の最も重要な骨組みは和声構造である。本稿では和声進行ライブラリからユーザが選択する形を取っているが、今後は和声学や和声の  $n$ -gram 統計などに基づいてより制約が少ない自動生成へ拡張できる。

#### 2.3 リズム生成

歌詞のモーラ数に基づいて音符数とリズムを決定する必要がある。統一感のあるリズムを自動生成するために、音符数が多い場合にどの音符を分割するか

<sup>†</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科  
Graduate School of Information Science and Technology,  
The University of Tokyo

を木構造で記述したリズム木構造を用いる。

#### 2.4 旋律生成

日本語の歌唱作曲では、原則として歌詞の韻律と旋律の上下が一致することが必要である。また、和声内音と非和声音の使用は和声学の規則に従わなければならない。また、伴奏との間で和声進行の禁則を犯さないようにしなければならない。先に定めたリズムに基づいて、これらの拘束を同時に満たす音符列を決定するため、各拘束を確率重みとして扱い、動的計画法 (DP) により尤度最大経路の探索問題として解く。

#### 2.5 伴奏生成

和声構造に基づき、伴奏音型に従って伴奏を自動生成する。本稿では、伴奏音型ライブラリからユーザが選択する方式を取っている。

#### 2.6 自動作曲システム “Orpheus”

この自動作曲結果からは、歌唱音声合成と伴奏 MIDI 信号からの信号生成を重畳して、伴奏付きの歌唱合成出力を行える。

以上の手順で、和声構造、リズム木構造、伴奏音型は、それぞれのライブラリから人手で選択されるものとしたが、今後は入力テキストの解析で曲想を自動決定し、それに基づいてこれらを自動選択することが考えられる。

### 3. 自動作曲 Web サーバ

Orpheus をユーザが気軽に簡単に試せるよう、Web ブラウザの基本機能を UI として利用し、インターネットからアクセス可能<sup>2)</sup>とした。

#### 3.1 システム概要

ユーザは漢字仮名交じりの歌詞テキストを入力し「作曲」ボタンを押すことで、4/4 拍子で 8 小節の歌唱曲 (ピアノ伴奏付き) を作曲することができる。オプションとして、テンポ・旋律リズムパターン・コード進行パターン・伴奏音型パターンを (あらかじめ用意された) テンプレートから選択することもできる (図 2)。作曲結果の画面には楽譜が表示され、合成歌声とピアノ伴奏の歌唱が音響出力される。ユーザは作曲結果を確認した後、歌詞やオプション指定の調整が可能である。

#### 3.2 システム実装

Web サーバ上の CGI プログラムとして実装した。プログラム内部では、日本語テキスト処理 (GalateaTalk<sup>3)</sup>)、歌声生成 (hts\_engine<sup>4)</sup>)、楽譜生成 (abcm2ps) などフリーソフトウェアも利用した。

### 4. 運用状況

Orpheus は展覧会「機械じかけの音楽」<sup>5)</sup>に展示され、来館者は館内のノート PC を使い自動作曲を自由に体験した。1000 曲以上の歌唱曲データが得られ、楽しさやインパクトなどの点で好評を得た。

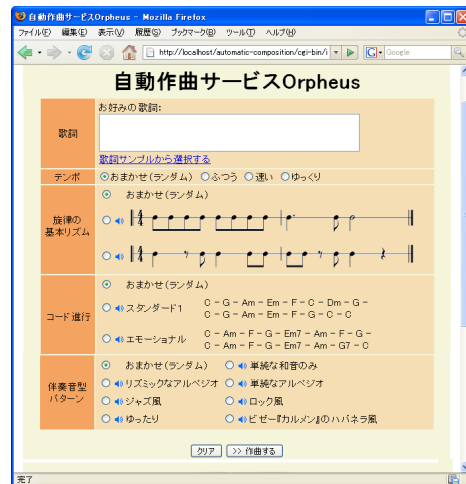


図 2 Orpheus トップ画面イメージ  
Fig. 2 Orpheus Top Screen

### 5. 今後の方向性

#### 5.1 自動作曲の応用例

小学生の作文、日記、ニュースや天気予報などの読み上げなど、娯楽としての自動作曲が考えられる。また、ケータイでの利用 (着うたなど) も十分可能である。

#### 5.2 作曲アルゴリズムの拡張

曲の長さ (小節数) や拍子を可変にするなど、歌唱曲のバリエーションを増やすことが考えられる。また、カノンや輪唱など、多旋律の場合の生成モデルは興味深い研究対象となる。旋律・和声は既知としリズム設計を自動化することで、替え歌作曲モデルを構築することも可能である。

#### 5.3 Web ベースの作曲フレームワーク

リズム・コード進行・伴奏音型などのテンプレートや、旋律生成の確率・ペナルティパラメータを Web 上で登録・共有可能にすることで、collaborative な作曲法の一例となるかもしれない。

謝辞 本研究の一部は、科学技術振興機構 CREST 研究課題「時系列メディアのデザイン転写技術の開発」として行われた。

### 参考文献

- 1) 中妻啓, 酒向慎司, 小野順貴, 嵯峨山茂樹: 歌詞の韻律を用いた自動作曲, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp.739-740, Mar, 2007.
- 2) 自動作曲サービス Orpheus, <http://itm.hil.t.u-tokyo.ac.jp/automatic-composition/index.cgi>
- 3) Galatea Project, <http://hil.t.u-tokyo.ac.jp/~galatea/>.
- 4) 酒向慎司, 宮島千代美, 徳田恵一, 北村正: 隠れマルコフモデルに基づいた歌声合成システム, 情報処理学会論文誌, vol.45, no.3, pp.719-727, Mar, 2004.
- 5) Musica ex Machina - 機械じかけの音楽: 駒場博物館, Oct. 20th - Dec. 2nd, 2007, <http://museum.c.u-tokyo.ac.jp/2007.html#musica>.